

# Von klassisch bis digital: Die verschiedenen Verfahren des hydraulischen Abgleichs

Zukunft Altbau Praxisdialog online, 30.03.2023

Felix Schweikhardt, Dipl.-Geograph, Zukunft Altbau  
Horst Billes, Dipl.-Ing., Ingenieurbüro Billes, Karlsruhe

# Aufbau

1. Grundlagen und Potentiale
2. Parameter für die Heizungshydraulik
3. Praxiserfahrungen
4. Verfahren mit vorlaufender Berechnung des Volumenstroms
5. Verfahren ohne vorlaufende Berechnung des Volumenstroms
6. Vergleich der Verfahren





# 1. Grundlagen und Potentiale



Vor Abgleich

Nach Abgleich

# Hydraulischer Abgleich

- 1 Niedrigere Vorlauftemperatur  
→ weniger Energieverbrauch
- 2 Stromsparende Heizpumpe
- 3 Gleichmäßige Wärmeabgabe an alle Heizkörper
- 4 Voreinstellbare Thermostatventile

# 1. Grundlagen und Potentiale

Der Hydraulische Abgleich sorgt...

- Für eine optimale Verteilung der Wärmemengen auf die Heizkörper und die Räume und damit die Möglichkeit niedrigerer Vorlauftemperaturen
- Für eine Reduktion des Volumenstroms und damit geringere Fließgeräusche, niedrigere Pumpen-Drehzahlen und eine Erhöhung der Spreizung mit niedrigeren Rücklauftemperaturen



# 1. Grundlagen und Potentiale

- Einsparungen zwischen 5 und 10% <sup>1</sup>
- Amortisationszeit zwischen 3 und 14 Jahren. Wesentlicher Faktor: voreinstellbare Ventile vorhanden oder nicht<sup>1</sup>
- Entscheidender Beitrag, um Gebäudebestand „NT-ready“ bzw. „EE-fit“ zu machen.
- Berechnung für den Abgleich trifft Aussage, ob Gebäude Wärmepumpen-fähig ist

<sup>1</sup>ITG Dresden (2019): Energetische Einsparpotentiale und wirtschaftliche Bewertung des hydraulischen Abgleiches für Anlagen der Gebäudeenergie-technik





## 2. Parameter für die Heizungshydraulik



## 2. Parameter für die Heizungshydraulik

Notwendige Raumheizlast:

- Gewünschte Raumtemperatur
- Permanenter Wärmeverlust durch Decke, Wände, Boden, Fenster und Türen

Mögliche Heizleistung:

- Volumenstrom
- Vorlauf-Temperatur
- Spreizung
- Wärmeübertragungs-Potential des Heizkörpers





## 2. Parameter für die Heizungshydraulik

Gegebene, fixe Rahmenbedingungen:

- Außen-/Innentemperatur
- Wärmeübertragungspotential der Heizkörper
- Wärmeverlust

Variable Parameter:

- Vorlauftemperatur [K]
- Spreizung (zwischen Vorlauf und Rücklauf) [K]
- Volumenstrom [l/h]



## 2. Parameter für die Heizungshydraulik

Volumenstrom [m <sup>3</sup> /s]	Vorlauf-temperatur [K]	Spreizung [K]
↑	→	↓
→	↑	↓
↑	↓	→

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$



## 2. Parameter für die Heizungshydraulik

- **Brennwertgeräte** benötigen einen möglichst **niedrigen Rücklauf**, also eine **höhere Spreizung**
  - Reduktion des Volumenstroms → Hydraulischer Abgleich
- **Wärmepumpen** hingegen benötigen einen möglichst **niedrigen Vorlauf**, also eine **geringere Spreizung**
  - Erhöhung des Volumenstroms → Hydraulischer Abgleich sollte Volumenstrom möglichst wenig begrenzen (→ optimalerweise kann Software je nach Wärme-Erzeuger Berechnung anpassen)





# 3. Praxiserfahrungen



## 3. Praxiserfahrungen

- Großprojekt der Evangelischen Landeskirche in Baden mit 555 Hydraulischen Abgleichen
- Umfassender Ansatz mit Berechnung durch Energieberater, Umsetzung durch Installateure, Abnahmen durch Energieberater
- Verbindung mit Grundlagen-Begehung, Vorlauf- / Rücklaufmessungen, Pumpentausch, Austausch von bis zu zwei Heizkörpern




### 3. Praxiserfahrungen


- Einsparung im Schnitt bei 7%; Amortisationszeit 9 Jahre
- In der Regel klassisches Verfahren angewendet; in Einzelfällen auch alternative Methoden



*Quelle: Evangelische Landeskirche in Baden*



# 4. Verfahren mit vorlaufender Berechnung des Volumenstroms



# Abgleich durch statische Einstellung der Rücklaufverschraubung

- Verschraubungen haben zu große Toleranzen
- Einstellwerte sind daher zu ungenau
- Einstellwert ist nicht schnell ersichtlich und nicht reproduzierbar





# Abgleich durch statische Einstellung des Volumenstroms an den Heizkörpern nach Verfahren A

- Keine Berechnung der raumweisen Heizlast
- Heizleistung der bestehenden Heizkörper wird als Raumheizlast angenommen (entspricht nicht der Realität im Bestand)
- Verfahren ist nicht mehr förderfähig



# Abgleich durch statische Einstellung des Volumenstroms an den Heizkörpern nach Verfahren B



## Heizkreis: Heizkreis 1

### Pumpendaten

Pumpenmodell	: Grundfos Alpha2 Neues Modell 25-60 (PP1-3)
Pumpentyp	: Geregelt einstellbare Pumpe mit 3 Stufen
Pumpenstufe	: PP2
Restförderhöhe	: 244 mbar (entspricht 2,44 m)
Volumenstrom	: 1231 l/h
Vorlauftemperatur	: 69 °C
Rücklauftemperatur	: 49 °C

### Differenzdruckregler

Der Einsatz eines Strang-Differenzdruckreglers ist nicht erforderlich.

### Sonstiges

$\Delta p$ (sonder):	38,2 mbar	Längster Strang:	100 m
Kennw. HK-Dim.:	56% 1,5	Benötigte Förderhöhe:	224 mbar

Der hydraulische Abgleich wurde für eine nicht-einheitliche HK-Dimensionierung berechnet.

Es ist ein Mischer vorhanden. Stellen Sie die Temperatur auf 69 Grad

### Berechnungsergebnisse für Heizkreis 1

Einzustellende Auslegungsvorlauftemperatur 69 °C, berechnete Auslegungsrücklauftemperatur 49 °C

Raumdaten					Heizflächendaten					Thermostatventile - Ermittlung der Voreinstellwerte					
Lfd. Nr.	Raumbezeichnung	Geschoss	Beheizte Fläche [m²]	Heizlast [W]	Heizflächentyp	$t_R$ [°C]	Normleistung 75/65 °C	Verhältnis $Q_{HK}/Q_R$	Entf. zur Pumpe	Kv-Wert [m³/h]	$\Delta p$ [mbar]	Durchfluß [l/h]	Gewähltes Ventil: Hersteller, Typ, DN, Bauform	Voreinstellung	Bemerkung
1	Archiv (Schlafraum)	OG 1	17,3	1064	Heizkörper 1	49	1500	1,4	weit	0,127	132	46	Heimeier, V-exact II, DN 20	3	
2	Diakon	OG 1	12,0	900	Heizkörper 1	38	1650	1,8	weit	0,069	132	25	Heimeier, V-exact II, DN 20	2	Spreizung > 30 K
3	Jugendraum groß	OG 1	30,5	2592	Heizkörper 1	46	975	1,5	weit	0,067	132	24	Heimeier, V-exact II, DN 15	2	
					Heizkörper 2	46	975	1,5	weit	0,067	132	24	Heimeier, V-exact II, DN 15	2	
					Heizkörper 3	46	975	1,5	weit	0,067	132	24	Heimeier, V-exact II, DN 15	2	
					Heizkörper 4	46	975	1,5	weit	0,067	132	24	Heimeier, V-exact II, DN 15	2	

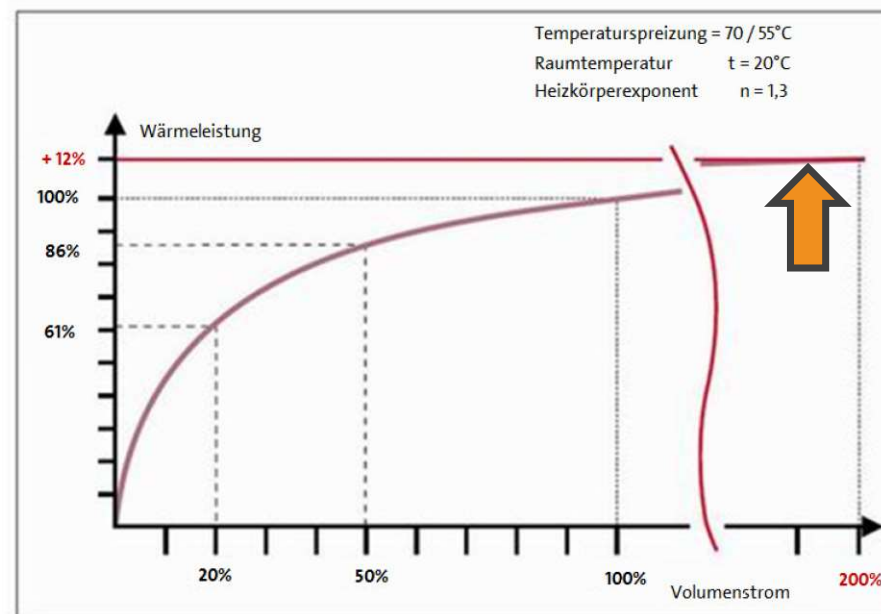
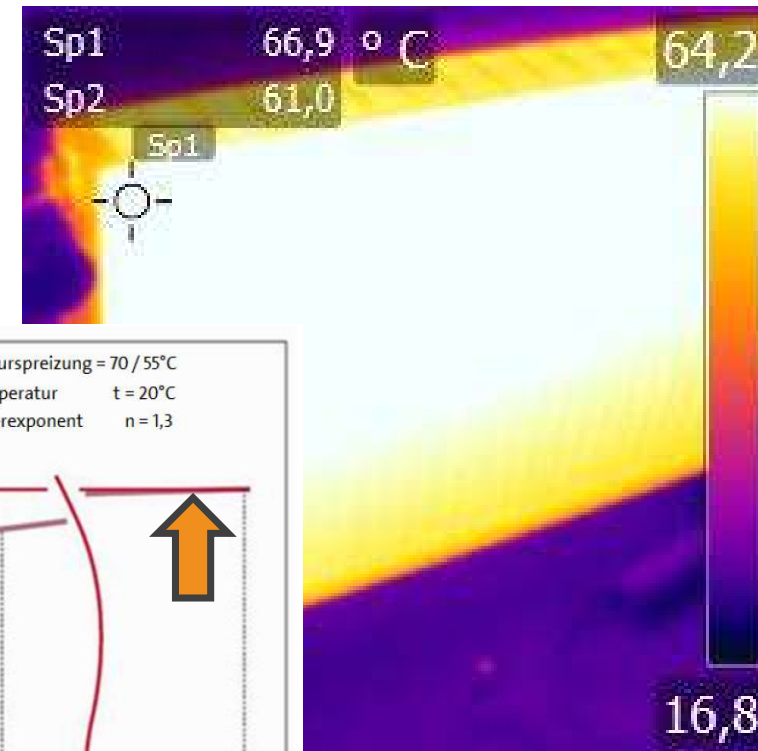


# Praxiserfahrungen

## Erkenntnisse mit Hilfe der Thermografie

1. Fall: „Schwächster“ Heizkörper bestimmt die Auslegungstemperatur (hier  $70^{\circ}\text{C}$ )

- Hoher Durchfluss
- Kleine Spreizung
- Max. Heizleistung
- z.B. Ventil-Einstellung 5-6



Wärmeleistung des Heizkörpers in Abhängigkeit vom Volumenstrom

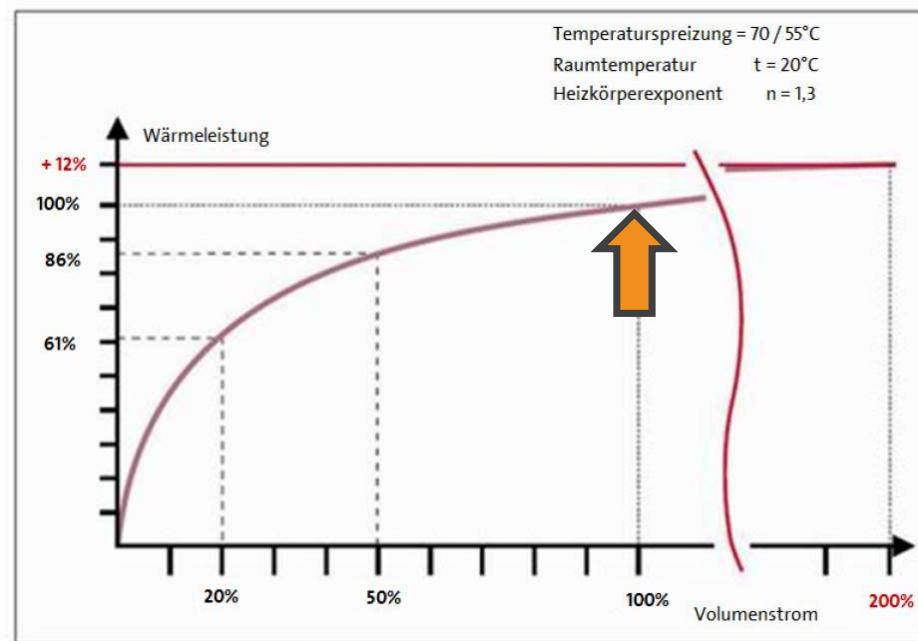


# Praxiserfahrungen

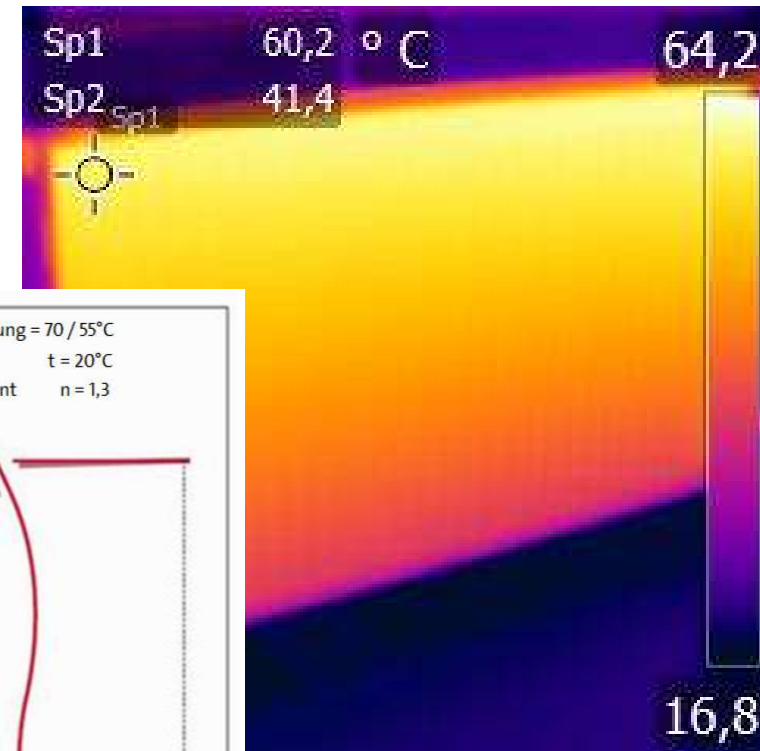
## Erkenntnisse mit Hilfe der Thermografie

### 2. Fall: Heizkörperleistung = Raumheizleistung

- Durchfluss passt zum HK
- Optimale Spreizung
- Heizleistung normal
- z.B. Einstellung 3-4



Wärmeleistung des Heizkörpers in Abhängigkeit vom Volumenstrom

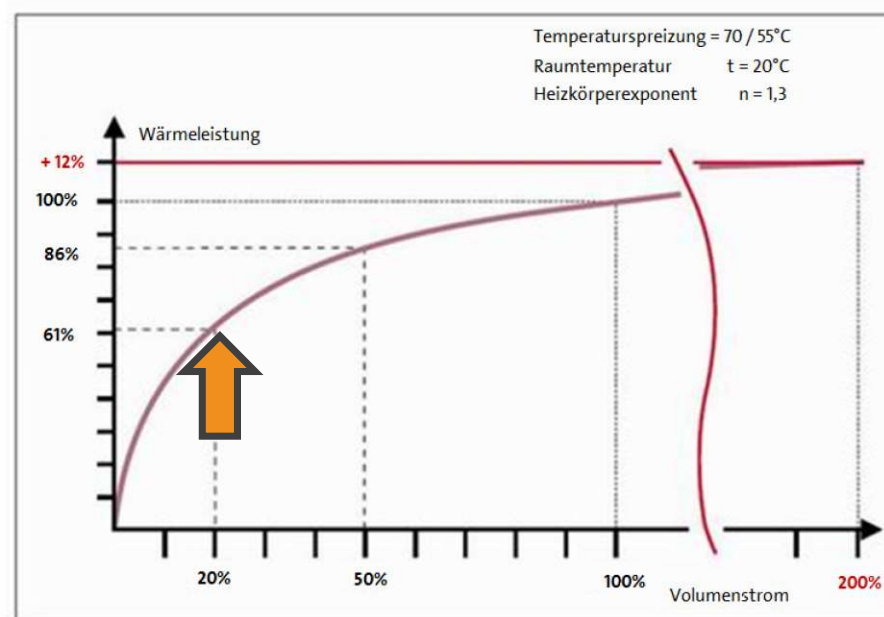
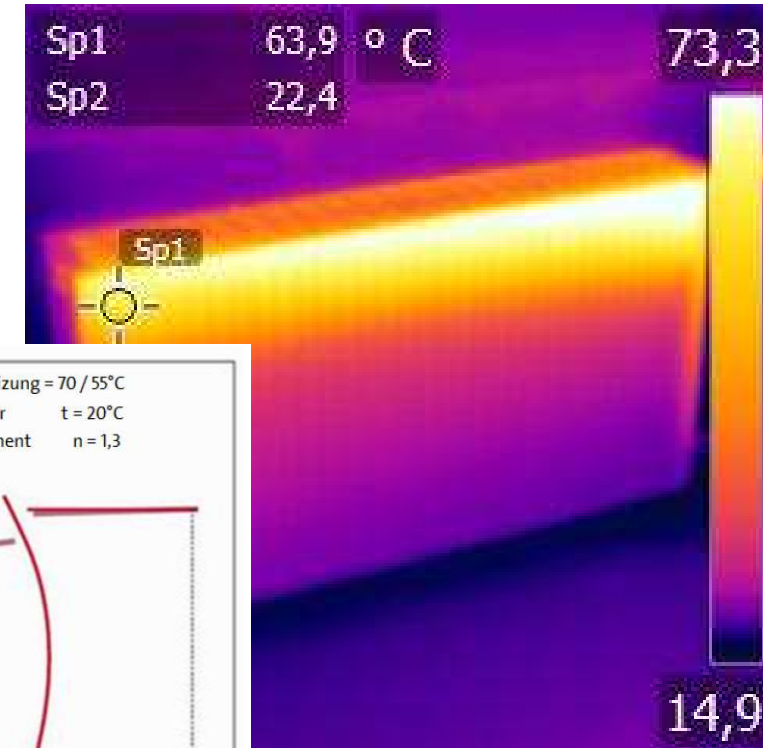


# Praxiserfahrungen

## Erkenntnisse mit Hilfe der Thermografie

3. Fall: Heizkörperleistung zu hoch für die Raumheizlast

- Niedriger Durchfluss
- Hohe Spreizung  $> 30^\circ$
- Heizleistung reduziert
- z.B. Einstellung 2

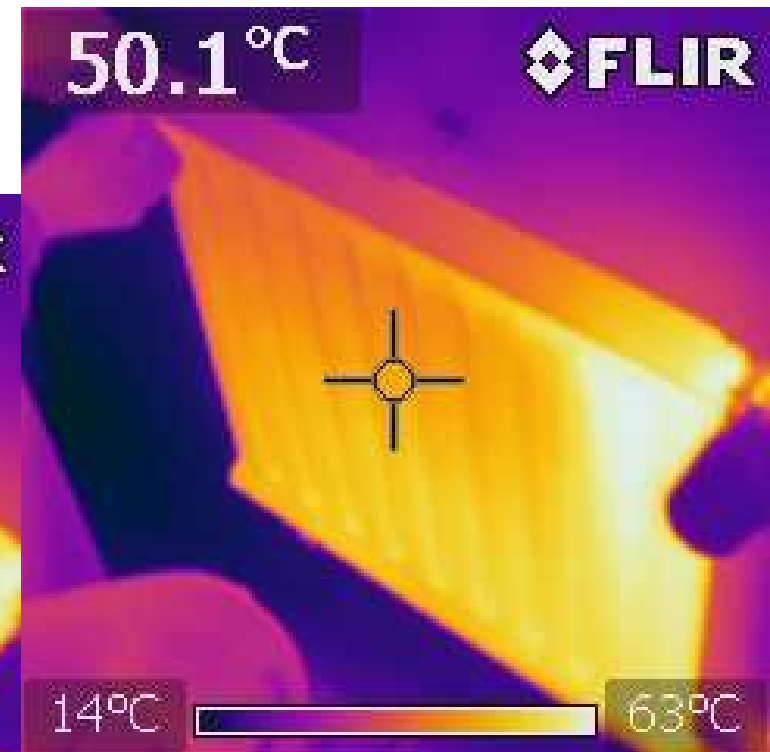
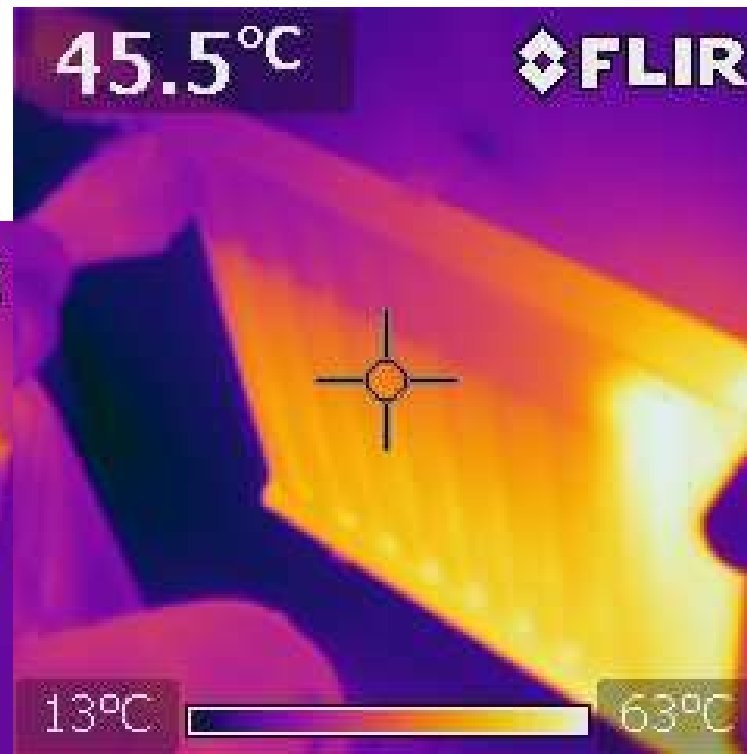
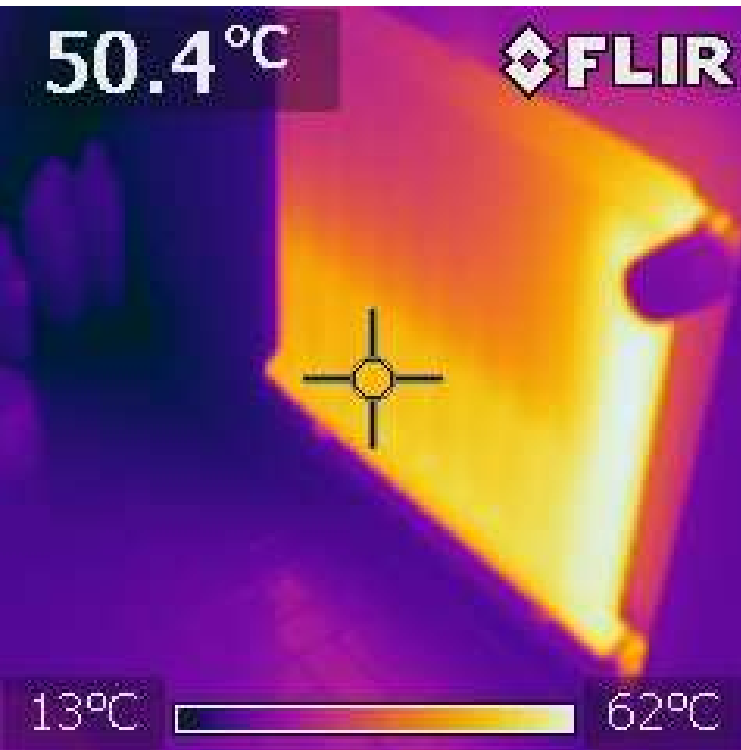


Wärmeleistung des Heizkörpers in Abhängigkeit vom Volumenstrom



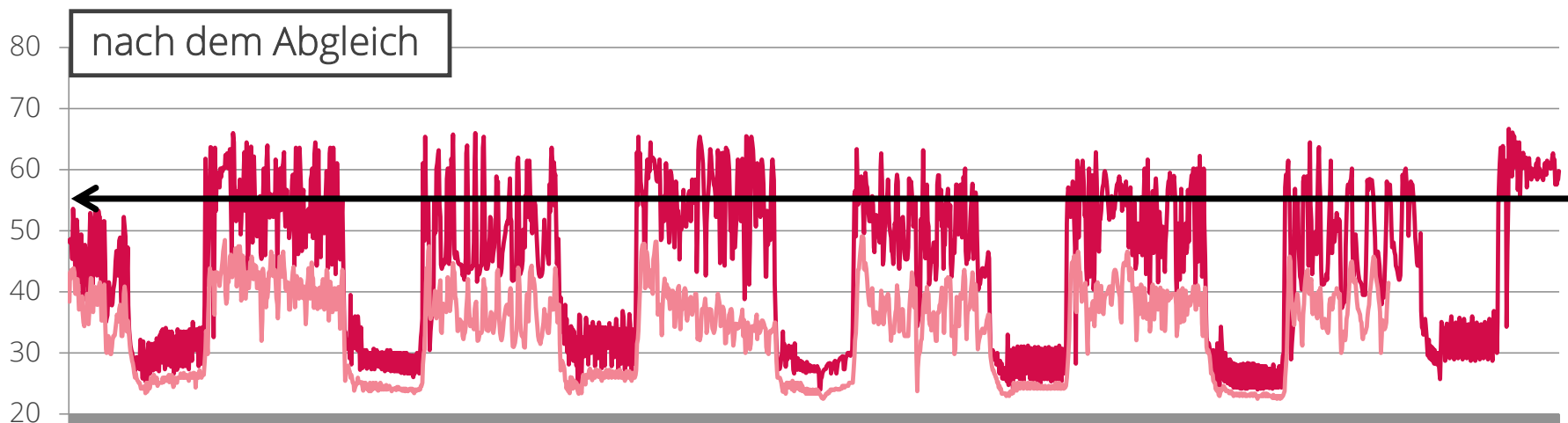
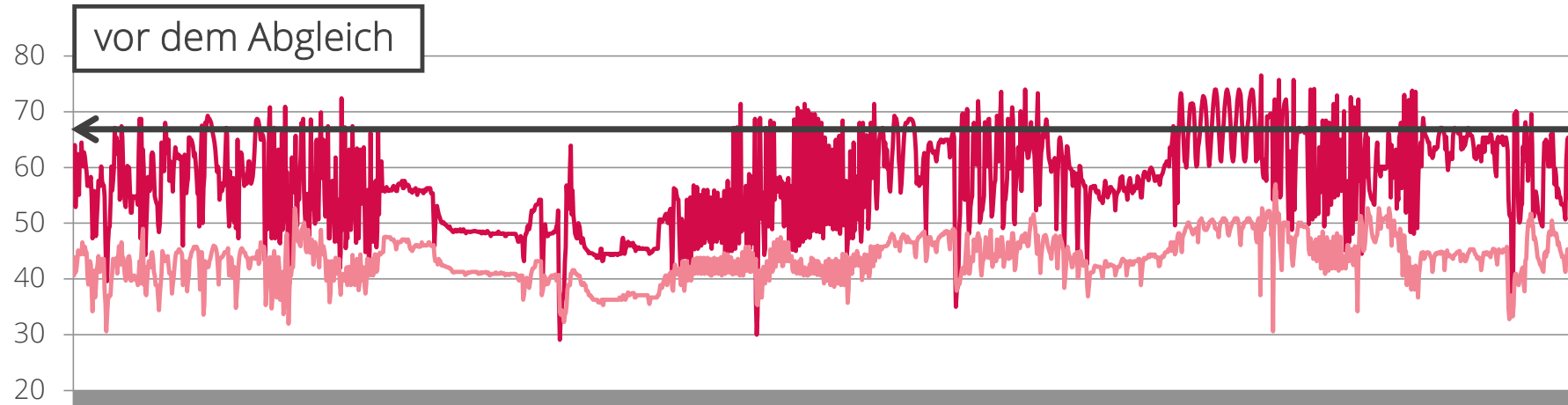
# Praxiserfahrungen

Erkenntnisse mit Hilfe der Thermografie



# Praxiserfahrungen

Erkenntnisse aus Vorlauf-/Rücklaufmessungen





# Abgleich durch dynamische Einstellung des Volumenstroms an den Heizkörpern

- Abgleich wird zunächst berechnet (s.o.)
- „Dynamische“ statt klassische voreinstellbare Ventile, die den Durchfluss variieren können, so dass die berechnete Wassermenge in den Heizkörper gelangt, unabhängig von sonstigen Druckveränderungen im Heizungssystem. Der eingestellte Durchfluss wird nicht überschritten  
→ Optimierung auch im Teillastfall
- Heizungspumpe sollte auf Konstantdruck gestellt werden (da Mindest-Differenzdruck notwendig, damit Ventil regeln kann).



# Abgleich durch dynamische Einstellung des Volumenstroms an den Heizkörpern


- Etwas höherer Druck im System notwendig, damit Ventile arbeiten können (→ etwas höherer Pumpen-Strom-Verbrauch, wenn keine Strangregulierventile vorhanden)
- Ventile sind ca. 50% teurer als klassische Ventile; dafür entfallen Differenzdruckregler bei größeren Anlagen
- Insbesondere bei größeren Anlagen mit Rohrnetz-Unsicherheit zu empfehlen, da Ventile Ungenauigkeiten in der Rohrnetz-Abschätzung (Rohrnetz-Widerstand) besser verzeihen




# Abgleich durch Rücklauftemperaturebegrenzer in Einrohranlagen

- Nicht der einzelne Heizkörper, sondern die Einrohr-Kreise werden abgeglichen
- Rücklauftemperatur der Kreise wird überwacht und Durchfluss durch Heizkreis gestoppt, wenn Rücklauftemperatur (als Indiz für zu geringe Wärmeabnahme) den eingestellten Temperaturwert überschreitet.





5. Verfahren ohne  
vorlaufende  
Berechnung des  
Volumenstroms



# Abgleich mit Hilfe der Heizungspumpe

- In einer App werden die Basisdaten der Räume (Größe, Heizfläche, etc.) eingegeben; voreinstellbare Ventile werden eingebaut
- Auslesegerät auf der Pumpe misst die Pumpendaten
- Anschließend werden die voreinstellbaren Ventile beginnend im ersten Raum eingestellt, bis die App grün anzeigt
- Eingabemöglichkeiten in der App (z.B. Heizkörper-Typen) sind begrenzt
- Moderne Grundfos-Pumpe ist Voraussetzung



# Abgleich mit fest installierten Ventilhub-Begrenzern

- Ziel: **Gleiche Mitteltemperatur** an jedem Heizkörper (nicht gleiche Spreizung)
- Volumenstrom wird an den Heizkörpern gleichzeitig so lange reduziert, bis Mitteltemperatur an allen Heizkörpern gleich
- Aufgesetzte **Ventilhub-Begrenzer** werden eingebaut und von Stellmotoren automatisiert eingestellt (Begrenzer verbleiben an Heizkörpern)
- Einstellung erfolgt im Teil-Lastfall
- Fraglich, ob gleiche Mitteltemperaturen wirklich machbar sind, wenn Heizkörperleistung deutlich von Raumheizlast abweicht



# Abgleich mit digitalem Gateway

- Intelligenter Algorithmus übernimmt Berechnung und die permanente Veränderung der Massenströme (in Thermostatkopf integriertes Stellventil mit Einzelraumregelung)
- Voreinstellbare Ventile müssen demontiert werden
- Funkverbindung von Gateway (im Keller) zu batteriebetriebenen Thermostatköpfen muss durchgehend funktionieren.
- Keine Berechnung vorab, so dass bei Wärmepumpen-Einbau nicht klar ist, ob System funktionieren kann
- Permanent Umjustierung im gesamten System notwendig, sobald irgendwo Heizkörper aufgedreht werden



# Abgleich durch Minipumpen an jedem Heizkörper

- Idee: Von Angebotsheizung zu bedarfsorientiertem System
- Mini-Pumpen an jedem Heizkörper, die permanent Spreizung und Vorlauftemperatur messen
- Gesamt-Vorlauftemperatur wird innerer Last angepasst
- Einziges System mit direkter Rückkopplung von Raum zu zentraler Steuerung inklusive Einzelraumregelung
- Schwierig in Bestandsanlagen mit großem planungstechnischen Aufwand





# Abgleich mit Messblenden

- Eingebaute feste Messblende: direkt am Ventil oder an der Rücklaufverschraubung kann der aktuelle Durchfluss gemessen und die berechnete Wassermenge exakt eingestellt werden
- Ein zugeordneter Fachhandwerker für AFRISO Vario Q in Baden-Württemberg

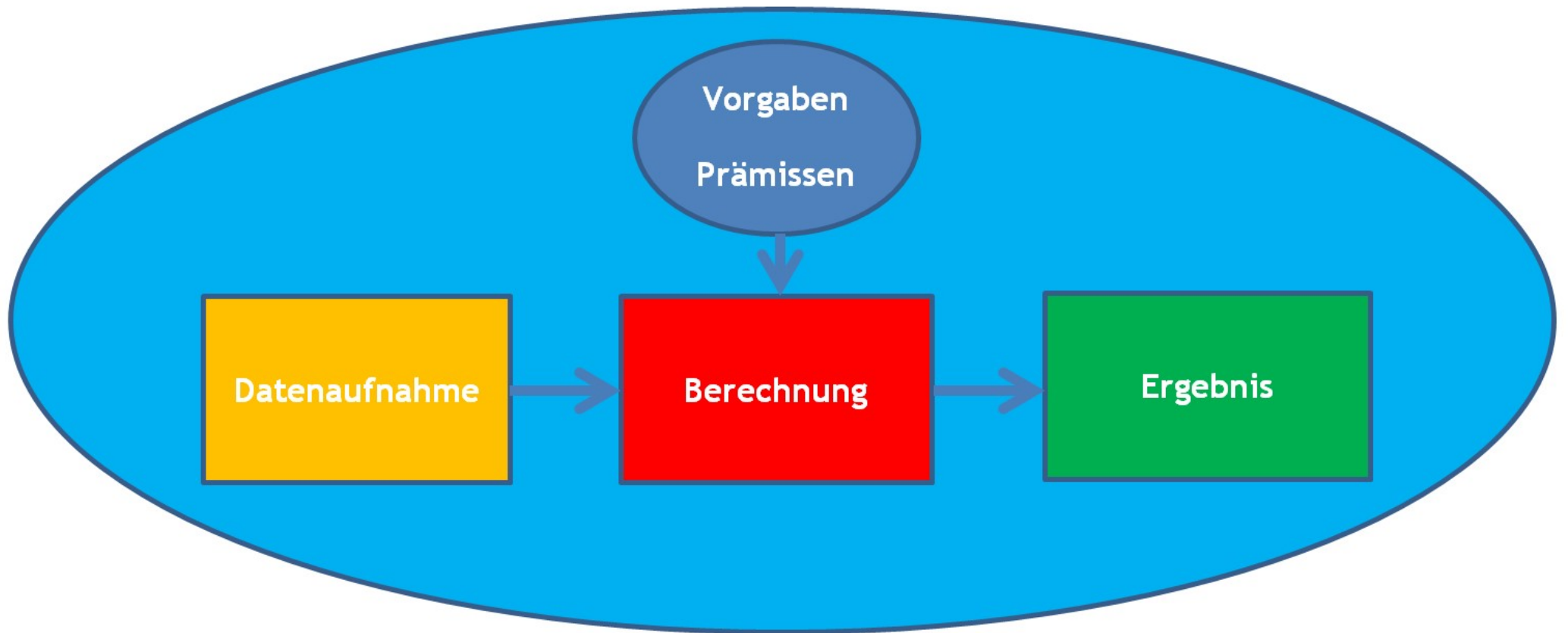




# 6. Vergleich der Verfahren



# Vergleich der Verfahren



# Vergleich der Verfahren

- Statischer Abgleich (druckabhängig)
- Dynamischer Abgleich (druckunabhängig)
- Automatischer Abgleich (druckabhängig oder druckunabhängig; ohne vorherige Berechnung des Volumenstroms)



# Vergleich der Verfahren

- Kosten
- Qualität
- Anpassbarkeit (bei Erweiterung, Dämmung, Heizungstausch)
- Robustheit (Anfälligkeit für Geräte-Ausfall; wie viele Handwerker beherrschen System)



# Wesentliche Vorteile alternativer Verfahren

- Im Bestand nur abschätzbares Rohrnetz muss nicht berechnet werden
- Messung im Rohrnetz gibt Sicherheit, dass Abgleich passt
- Teilweise fortlaufende Anpassung / Optimierung der Systeme
- Teilweise Integration von programmierbaren Thermostatköpfen



# Wesentliche Nachteile alternativer Verfahren

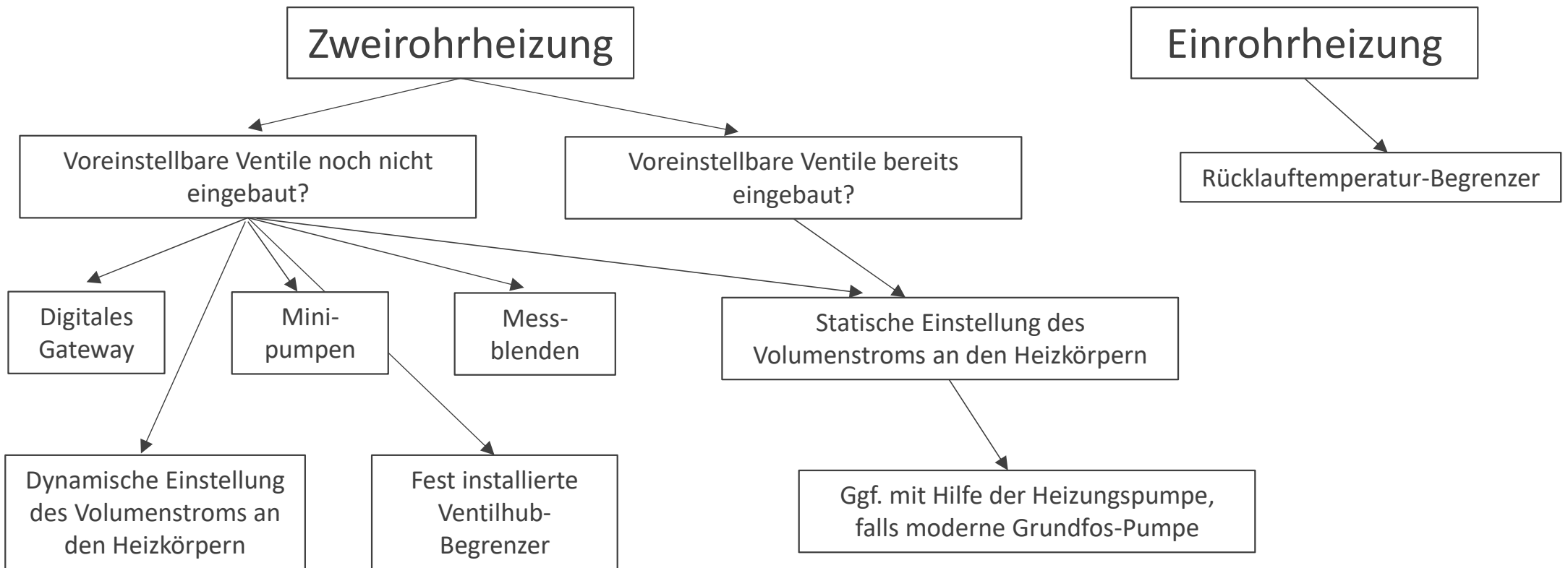
- Nur wenige Fachpartner-Betriebe vorhanden
- Bislang kaum belastbare Einsparnachweise erbracht
- Kaum Kontrollmöglichkeit durch Energieberater, da Detailkenntnisse der Systeme nicht bekannt
- Jeder Abgleich ist nur so gut, wie das schwächste Glied in der Kette (Azubi kurz vor Feierabend)
- Wenn keine Berechnung erfolgt, ist unsicher, ob System insbesondere mit Wärmepumpe überhaupt funktionieren kann
- Unsicherheit über Fortbestand der Anbieter (→ Verfügbarkeit von Austauschkomponenten)



	Optimierung nach	Vorlaufende Berechnung	Kosten pro Heizkörper	Statisch / Dynamisch?	Anpassung bei Erweiterung / Dämmung?	Nachteile
Statische Einstellung des Volumenstroms an den Heizkörpern	Niedrige Rücklauftemperatur	Ja	~100 €	Statisch	Nein	Rohrnetz muss geschätzt werden
Dynamische Einstellung des Volumenstroms an den Heizkörpern	Niedrige Rücklauftemperatur	Ja	~120 €	Dynamisch	Nein	
Rücklauftemperaturbegrenzer in Einrohranlagen	Gleiche Spreizung	Ja	~80 €	Dynamisch	Nein	Kein Abgleich des Einzel-Heizkörpers
Fest installierte Ventilhub-Begrenzer	Gleiche Mitteltemperatur	Nein	~100 €	Statisch	Nein	Gleiche Mitteltemperatur im Bestand kaum machbar
Heizungspumpe	Niedrige Rücklauftemperatur	Ja; ohne Volumenstrom	~70 €	Statisch	Nein	Nur mit Grundfos-Pumpe machbar
Digitales Gateway	Niedrige Vorlauftemperatur	Nein	>160 €	Dynamisch	Ja	Funkstrecken müssen funktionieren
Minipumpen	Niedrige Vorlauftemperatur	Nein	>300 €	Dynamisch	Ja	Sehr hohe Kosten
Messblenden	Niedrige Rücklauftemperatur	Ja; ohne Volumenstrom	~100 €	Statisch	Nein	Wenige Fachpartner



# Entscheidungsschema





# Packen wir´s an!



[www.zukunftaltbau.de](http://www.zukunftaltbau.de)